

Величина D_ω имеет смысл коэффициента переноса скалярной транспортабельной субстанции (в данном случае “диффузии температуры”) и может рассматриваться как аналог коэффициента турбулентной температуропроводности, зависящей от интенсивности мелко-масштабных случайных движений фаз.

Для вычисления D_ω были использованы известные результаты спектральной теории процессов переноса (Тейлора, Грина, Кубо). На основе уравнений движения осциллятора в сопротивляющейся среде спектральная плотность случайных скоростей была найдена из решения задач о броуновском движении осциллятора, возмущаемого случайными импульсными силами. В результате было получено:

$$D_\omega = \frac{\pi(\tilde{A}\alpha\omega)^2}{[(\omega^2 - \Omega^2)^2 + 4\pi(\omega)\tilde{\omega}^2][\tilde{\omega}^2 + \alpha^2]}, \quad (1)$$

где $\tilde{\omega}, \omega$ – круговые частоты вибрации и текущая соответственно;

Ω – частота колебаний давлений газа;

$\tilde{\lambda}(\omega)$ – коэффициент сопротивления;

α – коэффициент, учитывающий теплообмен частиц со средой;

\tilde{A} – амплитуда вибрации

При небольшой ширине спектра $D_\omega(\omega)$, что наблюдалось в эксперименте, $\tilde{\omega}_{\max} \approx \Omega$. С учетом этого и обозначений

$$D_{\omega, \max}(\tilde{\omega}_{\max}) = D_{\max};$$

$$\eta = \frac{\tilde{\omega}}{\tilde{\omega}_{\max}}, \quad \chi_{\max} = \frac{\tilde{\omega}_{\max}}{2\tilde{\lambda}(\omega)}$$

уравнение (1) имеет вид

$$D_\omega / D_{\omega, \max} = [\chi_{\max}^2(\eta^2 - 1) + \eta^2]^{-1}, \quad (2)$$

Сопоставление экспериментальных данных с расчетными показало, что принятое представление о коэффициенте температуропроводности как величине D_ω , определяемой интенсивностью мелкомасштабных случайных движений фаз, является правомерным.

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ СОПЛА НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТЕКАЮЩЕЙ СТРУИ

доц. Н.Е.ЛАИТЕВА, ст. препод. С.В.ЧЕРНОБОРДОВА, Т.Е.ВЛАСОВА

Уральский государственный технический университет

При проведении сварочных работ на открытых строительных площадках защитные газовые струи, истекающие из сопел сварочных горелок, должны обладать устойчивостью по отношению к сносящему воздействию ветра и сохранять длительное время необходимую длину активного защитного участка струи (особенно при работе в труднодоступных местах).

По особенностям внутренней структуры и механизма переноса энергии, массы и импульса струи делятся на ламинарные и турбулентные. Изучение структуры струй, истекающих из сопел различной формы, по визуальным картинкам, полученным оптическим методом и методом трассирующих частиц, позволяет сделать вывод о том, что ввиду однородности субстанции и отсутствия вихреобразований ламинарная струя обеспечивает более надежную защиту зон сварки и термического влияния от окисления кислородом воздуха, чем турбулентная струя. Однако ламинарная струя менее устойчива, чем турбулентная, и отклоняется под влиянием даже слабых конвективных потоков лабораторного помещения. Количественно режим движения и его устойчивость определяется критерием Рейнольдса Re . При истечении из сопла диаметром 40 мм при низких числах Re (< 200) длина ламинарного участка достигает 70 мм, границы его сужаются по мере удаления от среза сопла, в конце участка происходит нарушение упорядоченного слоистого течения и переход к хаотичному турбулентному течению. Струя крайне неустойчива. При увеличении числа Re до 800 поток ста-

билизируется, но длина его ламинарной части уменьшается. При значениях числа Рейнольдса выше критического турбулизация начинается от выходного сечения сопла, ламинарный поток полностью исчезает. Повысить устойчивость струи и увеличить длину ее ламинарного участка можно, принимая во внимание теоремы теории устойчивости ламинарного движения. Согласно теореме Рейли-Толмина наличие точки перегиба на профиле скоростей есть достаточное и необходимое условие для возникновения нарастающих колебаний, вызывающих турбулизацию потока. Таким образом, проточная часть сопла должна формировать гладкий профиль скоростей, не имеющий точки перегиба.

Для конструктивного решения этой задачи в сопла вводились распределенные гидравлические сопротивления (в виде тонкой витой проволоки, тканых сеток и др.), что позволило получить стабильный ламинарный участок длиной до 30 мм при $Re = 7700$. Таким образом, сохранение ламинарности при увеличении числа Re позволяет повысить устойчивость струи и осуществить более качественную защиту. Сравнение структуры струй, истекающих из цилиндрического, конически сходящегося, коноидального сопла и сопла с плоской кольцевой поверхностью на торце показало, что оптимальными являются два последних сопла, причем четвертое формирует несколько больший диаметр выходного сечения струи, что способствует увеличению защитной зоны.

Для газовой защиты традиционно применяются цилиндрические и конические сопла, формирующие осесимметричные струи. Между тем поперечное сечение плоских щелевых струй более адекватно геометрии сварного шва, а для активных металлов - и конфигурации изотерм нагрева в соответствии с тепловыми расчетами академика Р.Н. Рыкалина. Широко распространенная в настоящее время осесимметричная форма защитных струй не отвечает виду изотерм в теле активных металлов, в результате чего расход защитного газа, проходящего через криволинейные сегменты сечения струи, отсекаемые изотермой, оказывается излишним: он не используется по назначению - для защиты металла, активного к определенным газообразным компонентам воздуха. Расчеты показывают, что при тех же скоростях и режимах движения плоская струя является в несколько раз более экономичной в отношении расхода защитного инертного газа, чем осесимметричная струя. При расчетах плоского сопла в качестве аналогов рассматривались клиновидные приточные вентиляционные воздуховоды постоянного статического давления, обеспечивающие равномерное поле скоростей.

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

проф. И.С. ШАХОВ, инж. А.Н. ЗАГАРСКИЙ

Уральский государственный технический университет,

Институт "Уральский Водоканалпроект"

Мировая практика эксплуатации подпорных гидротехнических сооружений свидетельствует, что при авариях могут возникать катастрофические ситуации.

Крупные катастрофы согласно [2] имели место в США, Франции, Италии, Индии, Бразилии и других странах. Буквально национальными бедствиями стали разрушения плотин Глено и Вайонт в Италии, Орос в Бразилии, Сен Френсис, Каньон Лейк, Титон в США, Мальпассе во Франции, Мачху 2 в Индии и другие.

В России, освоившей лишь около 20% гидроэнергетического потенциала (США – 45%, Испания – 65%, Франция – 90%), длительное время крупных аварий не наблюдалось. Однако в последнее десятилетие произошло разрушение Киселевской плотины на р. Какве в Свердловской области и Тирлянской плотины в 1994 г. в Башкирии.

Наиболее частыми причинами аварий на подпорных гидротехнических сооружениях являются ошибки проектов, грубые нарушения правил строительства и эксплуатации водохранилищ, низкая эффективность государственного надзора за их безопасностью. Недостатки инженерно-строительных изысканий являются одной из основных причин неправильной